

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ POLOHOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ANDREJ ŤAPUCHA

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNologiÍ**
ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ POLOHOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

REMOTE CONTROL FOR POSITIONING DEVICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ANDREJ ŤAPUCHA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ SCHIMMEL, Ph.D.

BRNO 2012



**VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ**

**Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií**

Ústav telekomunikací

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Teleinformatika

Student: Andrej Ľapucha

ID: 125669

Ročník: 3

Akademický rok: 2011/2012

NÁZEV TÉMATU:

Dálkové ovládání polohovacího zařízení

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Navrhněte a realizujte dálkové ovládání lineárních os Berger Lahr PAS41BR a MAXS1BR pro 2D polohovací zařízení, které bude ovládat posun držáku s mikrofony pro akustická měření. Zařízení bude dálkově řízeno pomocí rozhraní USB z osobního počítače a bude umožňovat automatickou kalibraci pozice, umístění držáku do zadané pozice s přesností odpovídající přesnosti daných lineárních os a lineární posun z pozice A do pozice B zadanou rychlostí. Navrhněte také řídicí protokol pro ovládání polohovacího zařízení z osobního počítače.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

- [1] Matoušek, D., Práce s mikrokontroléry Atmel AVR. BEN - Technická literatura, Praha 2006. ISBN 80-7300-209-4
- [2] Novák, P., Mobilní roboty - pohony, senzory, řízení. BEN - technická literatura, Praha 2005. ISBN: 80-7300-141-1
- [3] Přesné polohovací systémy a robotika [online]. Berger Lahr positec. Dokument dostupný na http://www.regulacni-pohony.cz/frm_robot.html

Termín zadání: 6.2.2012

Termín odevzdání: 31.5.2012

Vedoucí práce: Ing. Jiří Schimmel, Ph.D.

Konzultanti bakalářské práce:

prof. Ing. Kamil Vrba, CSc.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Práca sa zaoberá návrhom 2D polohovateľného zariadenia pre akustické meranie v laboratóriách. Využíva modely lineárnych osí MAXS1BR a PAS41BR s motormi ILS1R573PB1A0 od firmy Schneider Electric. Motory obsahujú výkonovú aj riadiacu elektroniku, ich obsluha prebieha cez komunikačný protokol RS-485. Preto bol navrhnutý komunikačný hardware, ktorý príkazy z osobného počítača prevádza na príslušný protokol. Obsluha prebieha v dvoch režimoch, prvým je nastavenie meracieho mikrofónu do stanovenej polohy a druhým je posun medzi dvoma bodmi stanovenou rýchlosťou. V navrhnutom zariadení s prevodníkom z USB do procesora ATMEGA 162 a následne do protokolu RS-485. Súčasťou práce je aj návrh mechanických častí, slúžiacich k prepojeniu oboch osí a následné uchytenie na stojan. Ďalšou mechanickou súčasťou bolo vymyslieť držiak na uchytenie meracieho mikrofónu aby spĺňal požiadavku univerzálnosti.

KĽÚČOVÉ SLOVÁ

merací mikrofón, polohovateľné zariadenie, rozhranie USB, RS-485

ABSTRACT

This thesis describes the design of 2D adjustable, equipment for acoustic measurements in laboratories. It uses models and linear axes MAXS1BR PAS41BR ILS1R573PB1A0 with engines from Schneider Electric. Engines include power electronics and their Steering operation takes place via communication protocol RS-485th It was therefore suggested communication hardware which, from a personal computer orders transferring the corresponding protocol. Operation takes place in two modes, the first setting of the measuring microphone is fixed in position and the second is a shift between two points specified speed. The device of prevodníkom drafted by the USB processor to ATMEGA 162 and then the log RS-485th Part of the work is and design of mechanical parts, serving to link the two axes and subsequent attachment of the stand. Other mechanical devise was part of a bracket for fixing the measurement microphone and would meet the requirements of universality.

KEYWORDS

metering microphone, positioning device, USB interface, RS-485

ŤAPUCHA, Andrej *Ovládání polohovacího zařízení*: semestrální projekt. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací, 2012. 45 s. Vedúci práce bol Ing. Jiří Schimmel, Ph.D.

PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som svoj semestrálny projekt na tému „Ovládání polohovacího zařízení“ vypracoval samostatne pod vedením vedúceho semestrálneho projektu, využitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce.

Ako autor uvedeného semestrálneho projektu ďalej prehlasujem, že v súvislosti s vytvorením tohoto semestrálneho projektu som neporušil autorské práva tretích osôb, najmä som nezasiahol nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a/nebo majetkových a som si plne vedomý následkov porušenia ustanovenia § 11 a nasledujúcich autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorskom, o právach súvisiacich s právom autorským a o zmene niektorých zákonov (autorský zákon), vo znení neskorších predpisov, vrátane možných trestnoprávných dôsledkov vyplývajúcich z ustanovenia časti druhej, hlavy VI. diel 4 Trestného zákoníka č. 40/2009 Sb.

Brno

.....

(podpis autora)

OBSAH

Úvod	10
1 Teoretický úvod do tematiky	11
1.1 Metódy merania akustického výkonu	11
1.1.1 Meraná plocha	11
1.1.2 Bodové meranie	11
1.1.3 Meranie skenovaním	13
1.2 Meracie mikrofóny	14
1.2.1 Dynamické mikrofóny	14
1.2.2 Dynamické páskové mikrofóny	15
1.2.3 Kondenzátorové mikrofóny	15
1.2.4 Piezo-elektrické mikrofóny	16
1.3 Intenzitná sonda	18
2 Riešenie	19
2.1 Rozhranie RS - 485	19
2.1.1 Parametre	19
2.1.2 Prenos dát	21
2.2 Mechanická konštrukcia	21
2.2.1 Polohovateľné osi	21
2.2.2 Stojan	22
2.2.3 Upevnenie meracieho mikrofónu	23
2.3 Elektronická konštrukcia	24
2.3.1 Blokové zapojenie	24
2.3.2 Obsluha zariadenia z osobného počítača	24
2.3.3 Mikrokontrolér ATMEGA	25
2.3.4 Prevodník MAX-481	27
2.3.5 Prevodník FT 232	27
2.3.6 Pohon	28
2.4 Zapojenia	30
2.5 Komunikačný protokol	31
3 Záver	35
Literatúra	36
Zoznam symbolov, veličín a skratiek	37

Zoznam príloh	38
A Schéma zariadenia	39
B Navrhnuté plošné spoje	41
C Osadzovací plán plošných spojov	42
D Zoznam použitých súčiastok	43
E Registre prenosu UART	44

ZOZNAM OBRÁZKOV

1.1	Bodové meranie.	12
1.2	Meranie skenovaním.	14
1.3	Konštrukcia dynamickeho mikrofónu a jeho smerova charakteristika.	15
1.4	Smerová charakteristika páskového mikrofónu.	16
1.5	Konštrukcia kondenzátorového mikrofónu.	16
1.6	Konštrukcia piezo-elektrického mikrofónu.	17
1.7	Konštrukcia intenzitnej sondy.	18
2.1	Rezistory na linke RS-485.	20
2.2	Prenos prostredníctvom RS-485.	21
2.3	Nákres spojovacieho dielu.	22
2.4	Nákres stojanu.	23
2.5	Jazdec polohovateľnej osi.	24
2.6	Bloková schéma.	25
2.7	Atmega 162 + púzdro DIP40.	26
2.8	MAX 481.	27
2.9	FT 232.	28
2.10	Konektory motoru ILS1R573.	28
2.11	Spínače na nastavenie parametrov motora.	30
2.12	Tvar dát ktorý koľajnice požívajú.	31
2.13	Príklad príkazov.	34
A.1	Schéma zapojanie.	39
A.2	Prevodník USB na UART.	40
B.1	Plošný spoj zariadenie.	41
B.2	Plošný spoj prevodník.	41
C.1	Osadené zariadenie.	42
C.2	Osadený prevodník.	42

ZOZNAM TABULIEK

2.1	Prehľad prenosových rýchlostí závisí na kapacite vedenia [7]	20
2.2	Popis pinov FT 232	29
2.3	Popis konektoru CN3	29
2.4	Popis konektora CN4	30
2.5	Popis dátovej štruktúry	32
2.6	Dátová štruktúra príkazu Commands.driveCtrl	33
E.1	Register UCSRA	44
E.2	Register UCSRB	44
E.3	Register UCSRC	45

ÚVOD

Obsahom tejto práce je navrhnuť zariadenie na obsluhu pohybov 2D polohovateľného systému, dvoch osí a to vodorovnej a zvislej. Sú dve požiadavky na pohyb meracieho mikrofónu, kde jednou z nich je prejdienie na istú pozíciu v osovom systéme a druhou je posun z bodu A do bodu B, určenou rýchlosťou.

Prvá časť sa zaoberá teóriou o akustickom meraní, spôsobmi merania a možnosťami použitia vhodného meracieho komponentu, ktorý by nám vyhovoval vzhľadom na všetky parametre, ktoré od takejto intenzitnej sondy požadujeme. Ďalej sa v nej popisuje použité rozhranie a prenos dát v tomto rozhraní.

V poslednej kapitole je uvedené samotné mechanické prevedenie všetkých potrebných komponentov. Spôsob mechanického spojenia jazdcov lineárnych osí. A najmä riadiaca elektronika, ktorá slúži k diaľkovému ovládaniu zariadenia prostredníctvom osobného počítača, toto bola hlavná požiadavka tohto riešenia.

1 TEORETICKÝ ÚVOD DO TEMATIKY

1.1 Metódy merania akustického výkonu

Meranie je najčastejšie prevádzané meracím mikrofónom vhodného typu pre daný typ akustického poľa. Meranie sa uskutočňuje prechádzaním tohoto mikrofónu celým priestorom v okolí meraného objektu. Ďalej sú popísané jednotlivé metódy, ktoré vychádzajú z normy ČSN ISO 9614.

Pri meraní akustickej intenzity sa využíva vektorových vlastností, tak aj väzba na akustickú energiu. Pomocou tejto intenzity je v dnešnej dobe zjednodušené meranie akustického výkonu. Toto meranie vychádza zo vzťahu [5] [8] [10]

$$W = \int_S I \cdot n \cdot dS = \int_S I_n \cdot dS, \quad (1.1)$$

kde n je jednotkový vektor kolmý k ploche S a I_n je veľkosť normálovej zložky vektoru intenzity. Tento tvar plošného integrálu je vhodný, pretože sonda meria iba zložku v smere svojej osy. Takouto intenzitnou sondou je možné merať iba jeden bod v priestore. Preto sú navrhnuté dva postupy ako merať akustický výkon. Tieto postupy si popíšeme v nasledujúcich kapitolách.

1.1.1 Meraná plocha

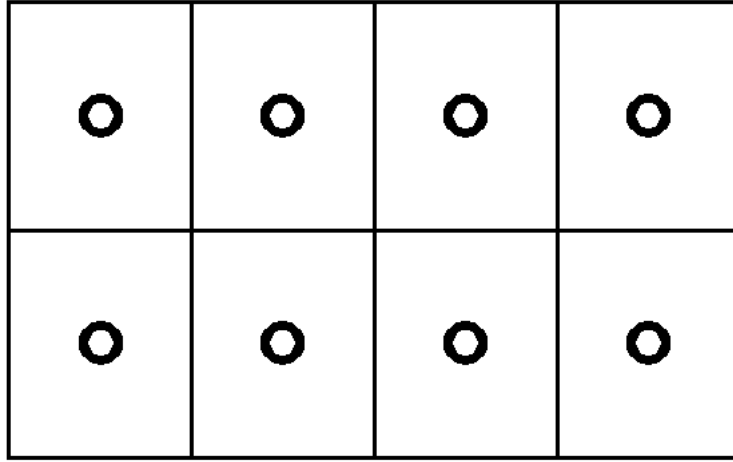
Meraná plocha musí mať jednoduchý tvar. Typicky sa volí valcová, guľová ale najpoužívanejším tvarom je kvádrová plocha. Pri komplikovaných zdrojoch hluku je možné zobrať do úvahy aj sústavu takýchto plôch, pretože pri meraní v prostredí z vysokou akustickou hladinou hluku v pozadí nie je vhodné sa vzdialovať príliš od blízkeho poľa. Norma predpisuje minimálnu vzdialenosť 0,5 m od povrchu zariadenia. Táto vzdialenosť je určená podľa vzájomnej interferencií signálov, ktoré sa vyskytujú v blízkom poli. Je možné merať aj v blízkom poli, ale tu narastá chybovosť nedokonalým meracím zariadením [10].

1.1.2 Bodové meranie

Meraná plocha je rozdelená na n častí z plochou S_{ni} . Uprostred každej plošky S_i sa odmerá intenzita I_{ni} kolmo k ploche, viz obr. 1.1. Celkový akustický výkon je potom stanovený ako súčet všetkých malých plošiek.

$$W = \sum_{i=1}^n I_{ni} \cdot S_i \quad (1.2)$$

Merania je popísané v norme ČSN ISO 9614-1.



Obr. 1.1: Bodové meranie.

Presnosť výsledku pri tejto metóde spočíva v štyroch indikátoroch. Prvý z nich je indikátor časovej variability zvukového poľa, ktorý je definovaný vzorcom

$$F_1 = \frac{1}{I_{ns}} \cdot \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{k=1}^n (I_{nk} - I_{ns})^2}, \quad (1.3)$$

kde I_{ns} je stredná hodnota I_n z n časových vzorkov I_{nk} a vypočíta sa ich zpriemerovaním. Počet vzorkov sa obvykle volí 10 a doba od 8 s do 12 s .

Ďalším a veľmi dôležitým indikátorom je indikátor akustickej intenzity na meranej ploche. Je definovaný vzťahom

$$F_2 = L_{ps} - L_{|In|s}, \quad (1.4)$$

kde L_{ps} je stredná hodnota akustického tlaku na celej meranej ploche a $L_{|In|s}$ je stredná hodnota akustickej intenzity na celej meranej ploche.

Indikátor F_3 je indikátor záporného čiastočného akustického výkonu, ktorý sa vypočíta vzorcom

$$F_3 = L_{ps} - L_{Ins}, \quad (1.5)$$

kde L_{Ins} je stredná hladina normálovej zložky akustickej intenzity. Z hľadiska presného určenia akustického výkonu zdroja nás zaujíma rozdiel $F_3 - F_2$, ktorý obsahuje väčšinou hodnotu väčšiu z dôvodu pôsobenia vnútorných zdrojov, nenulovú hodnotu môže mať aj pri meraní v blízkom poli. Podľa normy ISO tento rozdiel nesmie presiahnuť hodnotu 3 dB.

Posledný z indikátorov je indikátor nerovnomernosti zvukového poľa, ten je definovaný vzťahom

$$F_4 = \sqrt{\frac{1}{I_{ns}} \cdot \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (I_{ni} - I_{ns})^2}, \quad (1.6)$$

kde I_{ns} je stredná hodnota normálovej zložky akustickej intenzity určená priemerom hodnôt I_{ni} .

1.1.3 Meranie skenovaním

Táto metóda je založená na princípe snímania vzorkou sondy, ktorá sa pohybuje spojite po dráhe, viz obr. 1.2. Celkový akustický výkon vyjadriť vzorcom

$$W = b \int_l I_n \cdot dl, \quad (1.7)$$

kde b je šírka odpovedajúca dráhe l ($dS \approx b \cdot dl$), po ktorej sa pohybuje sonda. Pokiaľ je rýchlosť pohybu konštantná môžeme vzorec upraviť do tvaru

$$W \approx b \int_0^L I_n \cdot dl = S \frac{1}{T} \int_0^T I_n(t) dt, \quad (1.8)$$

kde $I_n(t)$ je normálová zložka akustickej intenzity, ktorá je funkciou času vďaka pohybu sondy priestorom. Toto meranie je popísané v norme ČSN ISO 9614-2.

Meranie akustického výkonu metódou skenovania, vytvoríme si meraciu plochu obklopujúcu zdroj zvuku rovnako ako pri metóde merania v bodoch. Najvhodnejší tvar plochy je štvorcový alebo obdĺžnikový, pretože zo vzorca vyplýva, že potrebujeme rovnomerné pokrytie meracími dráhami viz obr. 1.2. Meranie sa opakuje dva krát pre dve navzájom kolmé úseky dráhy. Sonda pohybujúca sa ručne má predpísanú rýchlosť približne 0,1 – 0,5 m/s alebo mechanizovaný pohybom menšou než 1 m/s. Rovnako ako pri metóde merania v bodoch presnosť merania určujú indikátory.

Prvým z indikátorov je indikátor akustickej intenzity F_{pl} zvukového poľa, ktorý je možné vypočítať zo vzťahu

$$F_{pI} = L_{pl} - L_w + 10 \log(S/S_0), \quad (1.9)$$

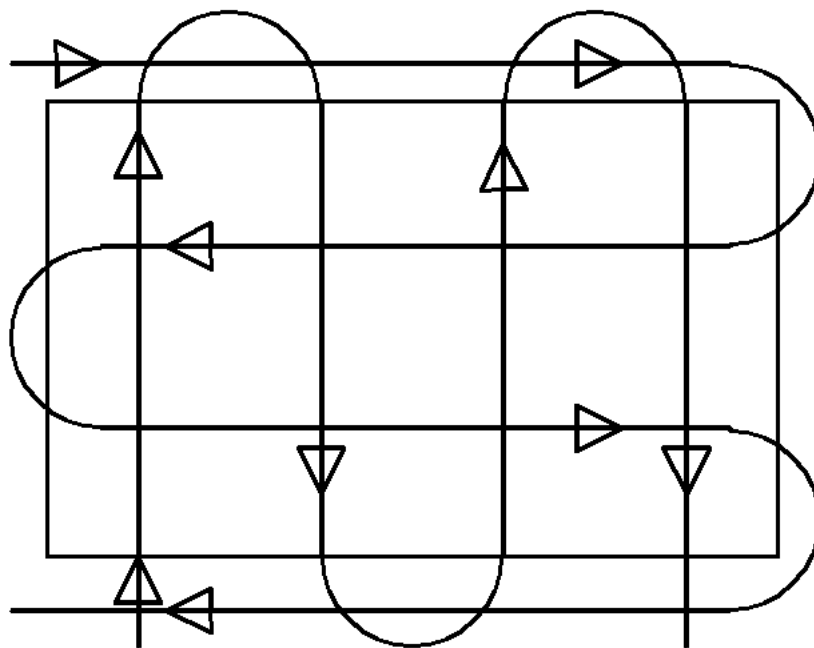
kde L_{pI} je vážený priemer hladiny akustického tlaku s ohľadom na plochu, S je celková plocha a S_0 je referenčná plocha 1 m² a L_{wi} je hladina akustického výkonu vypočítaná zo vzťahu

$$L_{wi} = 10 \log(W_i/W_0). \quad (1.10)$$

Druhý indikátor sa volá indikátor čiastočného záporného akustického výkonu je definovaný vzťahom

$$F_{+/-} = 10 \log\left(\frac{\sum |W_i|}{\sum W_i}\right), \quad (1.11)$$

kde W_i je absolútna veľkosť. Tento indikátor je obdobou rozdielu $F_3 - F_2$.



Obr. 1.2: Meranie skenovaním.

1.2 Meracie mikrofóny

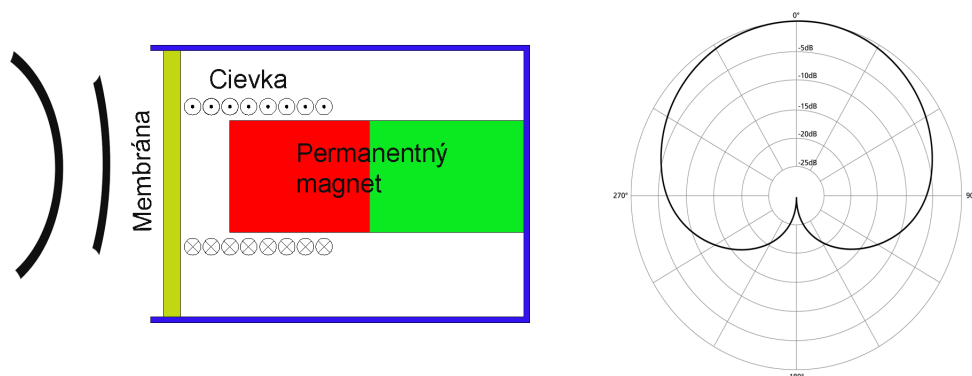
Mikrofón je zariadenie, ktoré mení akustický signál prichádzajúci do neho na elektrický signál, ktorý je obrazom tohoto zvuku. Tieto meniče fungujú aj naopak, pokiaľ ide o recipročný menič, ale ich vlastnosti nie sú prispôbolené na tento účel. Mikrofóny majú rôzne parametre, ktorými sa určuje ich použitie, napr. citlivosť je pomer výstupného napätia k vstupnému akustickému tlaku podľa vzorca 1.12. [1 Pa = 94 dB]. Ďalšou vlastnosťou je amplitúdová-frekvenčná charakteristika, ktorá zobrazuje závislosť citlivosti na frekvencií pri konštantnom akustickom tlaku. Smerová charakteristika je ďalšia vlastnosť, ktorá vyjadruje závislosť citlivosti od smeru prichádzajúceho zvuku [5] [8].

$$\eta = \frac{U}{p} \left[\frac{mV}{Pa} \right]. \quad (1.12)$$

1.2.1 Dynamické mikrofóny

Takýto mikrofón tvorí membrána, ktorá sa pohybuje podľa zmien tlaku vzduchu spôsobujúcim prichádzajúce akustické vlnenie. Membrána je mechanicky spojená s cievkou, ktorá sa pohybuje v poli permanentného magnetu, obr. 1.3. V cievke pohybujúcej sa v poli magnetu sa indukuje striedavý elektrický prúd a napätie. Výstupné napätie sa mení v závislosti od rýchlosti pohybu membrány (opačný dej

ako v reproduktoroch). Tieto mikrofóny sú menej citlivé, preto sú vhodné na hlasitý spev pri živých vystúpeniach. Nevyžadujú napájanie a sú dostatočne odolné mechanickému poškodeniu. Smerová charakteristika je kardioidného tvaru [5].



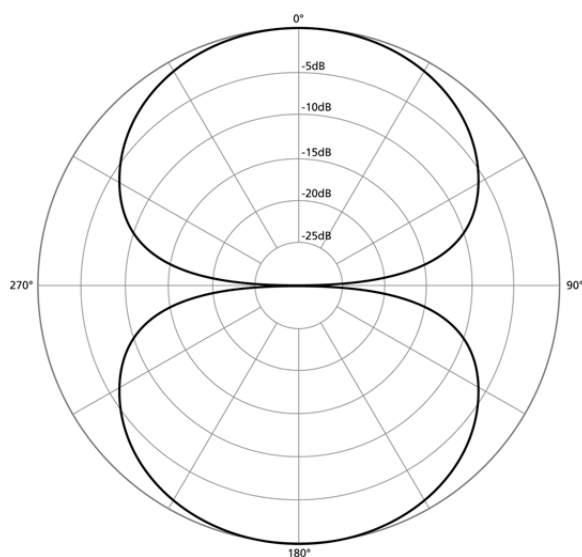
Obr. 1.3: Konštrukcia dynamickeho mikrofónu a jeho smerova charakteristika.

1.2.2 Dynamické páskové mikrofóny

Tieto mikrofóny pracujú na princípe pohybu pásika v magnetickom poli, kde sa indukuje v pásiku napätie. Rozdiel je v tom, že membrána je z tenkého kovového pásika, ktorý sa pohybuje v závislosti na akustickom tlaku v poli permanentného magnetu. Má veľmi malú impedanciu a preto je potrebné používať transformátor, ktorý je kľúčovou súčasťou výstupnej kvality zvuku, spolu s kvalitou magnetov a silou napnutia zvlneného pásika. Konštrukcia je jednoduchá, ale veľmi citlivá na mechanické poškodenie. Majú nízku citlivosť a malý frekvenčný rozsah do 15 KHz. Musia sa skladovať v zvislej polohe, ale ich výhodou je príjemný zvuk, majú osmičkovú charakteristiku vyobrazenú na obr. 1.4[5].

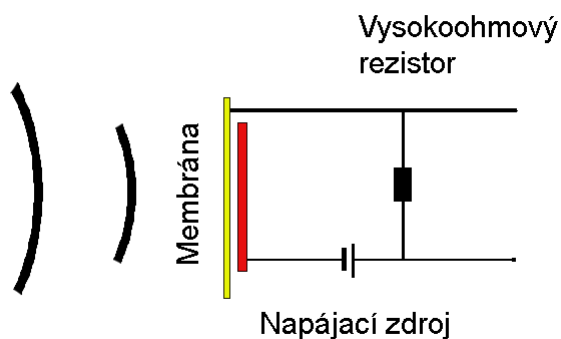
1.2.3 Kondenzátorové mikrofóny

Mikrofón obsahuje dve vodorovné tenké doštičky, ktoré tvoria elektródy kondenzátora. Jedna z týchto doštičiek je uchytená pevne a druhá tvorí membrána, ktorá je zväčša vyrobená zo vzácneho kovu, obvykle zlata, viz obr. 1.5. Zmena kapacity premenia akustický signál na elektrický buď pomocou mäkkého zdroja, alebo predzosilňovača z vysokou vstupnou impedanciou. Potrebne je, aby vzdialenosť medzi membránou a predzosilňovačom bola čo najmenšia. Tento druh mikrofónov potrebuje polarizačné napájanie, nevyhnutné pre jeho funkčnosť. Pomocou tohoto napájania sa dá ovplyvňovať tvar smerovej charakteristiky. Používa sa hlavne pre profesionálne



Obr. 1.4: Smerová charakteristika páskového mikrofónu.

záznamy zvuku a na účely merania. Tieto mikrofóny patria medzi najcitlivejšie spo-
medzi ostatných [5].

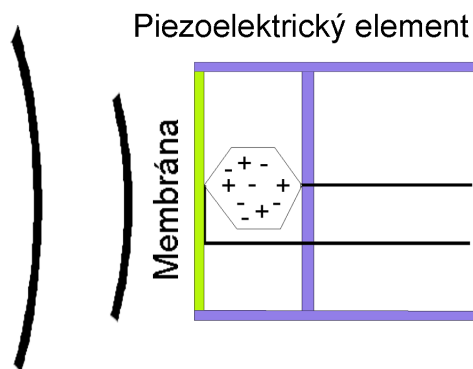


Obr. 1.5: Konštrukcia kondenzátorového mikrofónu.

1.2.4 Piezo-elektrické mikrofóny

Princíp fungovania tohoto mikrofónu je založený na piezo-elektrickom jave. Kryš-
tálová substancia pri deformácii vytvára polarizované elektrické napätie zobrazené
na obr.1.6. Jeho hlavné použitie je na snímanie zvuku akustických nástrojov ako

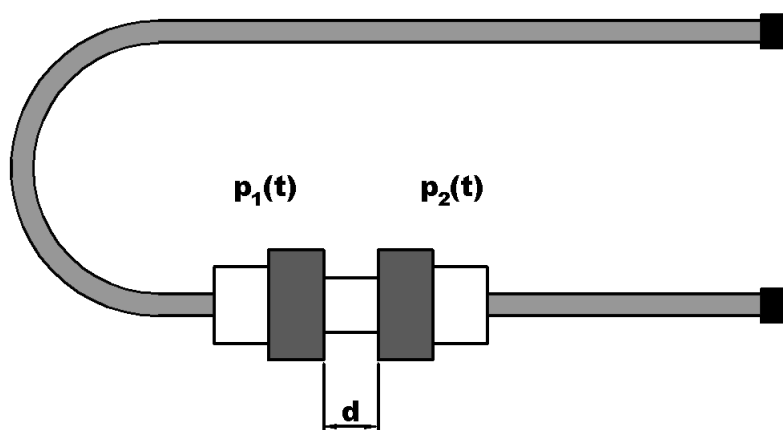
sú napr. husle, pretože jeho snímací prvok je plochý a dá sa dobre upevniť na rezonančnú dosku nástroja. Vibrácie sa prenášajú na kryštál, ktorý generuje napätie ekvivalentné vibráciám [5].



Obr. 1.6: Konštrukcia piezo-elektrického mikrofónu.

1.3 Intenzitná sonda

Najviac používanou intenzitnou sondou je takzvaná $P - P$ sonda využívajúca princíp merania akustického tlaku v dvoch blízkyh bodoch viz obr. 1.7. Skladá sa z dvoch veľmi kvalitných kondenzátorových mikrofónov. Tieto mikrofóny môžu byť umiestnené rôzne voči sebe, najčastejšie však čelami k sebe, zlepši sa tak fázová charakteristika. Na presné vymedzenie vzdialenosti medzi nimi sa vkladá distančná vložka. Hlavná požiadavka na tieto dvojmikrofónové sondy je maximálna zhoda prenosovej a fázovej funkcie oboch mikrofónov. Umiestnením takejto sondy do zvukového poľa, tak aby jej smer bol kolmý na smer prichádzajúceho zvuku, bude zložka intenzity v tomto smere nulová a hladina intenzity by mala byť mínus nekonečno. V skutočnosti tento rozdiel nebude nulový pretože mikrofóny nebudú mať úplne zhodnú prenosovú a fázovú funkciu. Problémom takejto sondy je jej frekvenčné obmedzenie, to vyplíva z aproximácií akustickej rýchlosti. Táto sonda sa používa na lokalizáciu zdroja hluku, veľká výhoda vyplíva z toho, že meranie intenzity je možné i pri vysokej úrovni hluku v pozadí [8] [10].



Obr. 1.7: Konštrukcia intenzitnej sondy.

2 RIEŠENIE

2.1 Rozhranie RS - 485

EIA-485 (pôvodne RS-485 alebo RS485) je štandard definujúci triedu asynchrónnych sériových liniek, používaných obvykle v priemyselnom prostredí. Na logickej úrovni je podobný štandardu RS-232, od ktorého sa líši tým, že nepoužíva napäťové úrovne ale vo vnútri obsahuje budič z diferenciálnymi vstupmi ktoré vlastne fungujú ako rozdielový zosilňovač. Štandard RS-485 je navrhnutý tak, aby umožňoval vytvorenie dvojvodičového poloduplexného viacebodového sériového spoja.

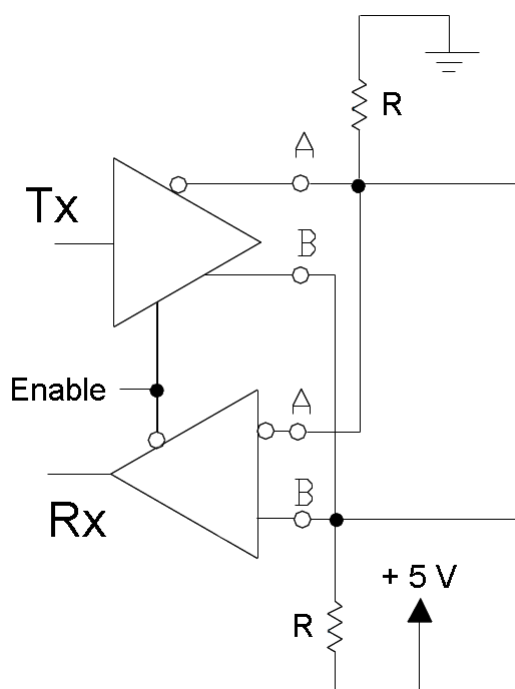
Na vytvorenie takéhoto spoja je potrebné dodržať pár náležitostí, ktoré zabezpečia to, že linka bude spoľahlivá a odolná rušeniu. Pri väčších vzdialenostiach je potrebné, aby vodiče v linke boli takzvané twisted vodiče, čo znamená to, že vodiče sú navzájom v páre stočené. Eliminujú sa tak presluchy medzi vodičmi navzájom. Ďalšou z podmienok je vytvoriť pevné a stabilnú celú sieť. To docielime tým, že zapojíme odpory podľa obr. 2.1. Odpory volíme tak, aby odpor na celej linke nebol menší ako 1200Ω . To znamená že, podľa počtu zariadení vypočítame hodnotu odporov. V mojej konštrukcii sú použité rezistory z hodnotou 1500Ω . Pretože na strane motora nie je možné pripojiť tieto rezistory, jediný rezistor, ktorý je možné pripojiť je zakončovací rezistor, ktorého funkcia je popísaná v nasledujúcom odstavci. Cez odpory nesmie pretekať prúd väčší než $3,5\text{ mA}$.

Na obr. 2.1 je vidieť aj diferenciálne zosilňovače. Jeden slúži na vysielanie zo vstupom označeným ako *TX* a druhý slúži na príjem dát a jeho vstup je označený *RX*. Vstupný vodič označený ako *ENABLE* slúži na prepínanie funkcie jednotlivých zosilňovačov. Jeden zo vstupov je negovaný, to znamená, že pokiaľ je na tomto vstupe *Log 0* tak prijímací zosilňovač je aktívny a počúva na linke, druhý nie je negovaný preto je zablokovaný a nie je možné vyslať žiadne dáta. Pokiaľ by sme chceli vyslať dáta, je potrebné na vstup priviesť *Log 1* tým sa nadstaví opačný stav, ktorý nedovoľuje prijímať dáta.

Overiť linku si môžeme jednoducho aj obyčajným voltmetrom, ktorý by mal namerať medzi svorkami A a B napätie do 250 mV , pri stave nečinnosti na linke. Pri tom ako prechádzajú akékoľvek dáta po linke sa toto napätie mení. Podľa normy EIA-RS 485 je definovaný rozdiel napätia od -7 V do $+12\text{ V}$.

2.1.1 Parametre

RS-485 (rovnako tak RS-422) sa vyznačuje dvojvodičovým prepojením jednotiek. Tieto vodiče sa označujú písmenami A a B, niekedy sa používa označenie „-“ a „+“. V kludovom stave by na vodiči A (alebo „-“) malo byť menšie napätie ako na vodiči



Obr. 2.1: Rezistory na linke RS-485.

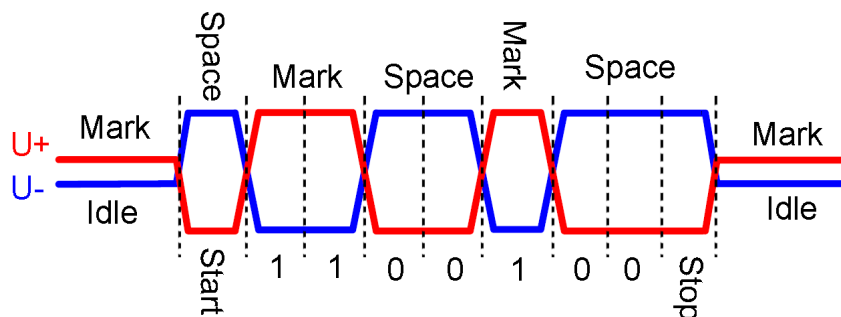
B (alebo „+“). Maximálna dĺžka zbernice je až 1200 m, maximálny počet uzlov (tj. zariadení vysielajúcich a prijímajúcich po linke) je 32. Pri použití opakovačov môže byť počet uzlov vyšší. Maximálna prenosová rýchlosť je nepriamo úmerná dĺžke vedenia. Prenosová rýchlosť pri krátkych spojoch (do 10 m) môže byť až 10 Mb/s. Pri komunikácii na vyššie vzdialenosti musí byť vedenie na oboch stranách zakončené zakončovacími terminátormi (odpormi), zapojenými medzi vodiče A a B. Zmyslom terminátorov je zabrániť odrazom signálov od konca vedenia, pomáhajú zvýšiť odolnosť linky proti rušivým signálom. Terminátor by mal mať v ideálnom prípade hodnotu $110\ \Omega$ (tzv. odrazová impedancia), výsledná impedancia linky je potom $55\ \Omega$ ($110\ \Omega \parallel 110\ \Omega$) [4] [7].

Tab. 2.1: Prehľad prenosových rýchlostí závisí na kapacite vedenia [7]

Rýchlosť prenosu dát	1200bd	2400bd	4800bd	9600bd
Max. kapacita vedenia	250nF	120nF	60nF	30nF
Rýchlosť prenosu dát	19200bd	38400bd	57600bd	115200bd
Max. kapacita vedenia	15nF	750pF	500pF	250pF

2.1.2 Prenos dát

Prenos dát sa uskutočňuje pomocou 7 alebo 8 bitových rámcov zo štart-bitom, a jedným alebo viac stop-bitom a prípadne aj paritným bitom. Štart-bit je reprezentovaný logickou nulou, stop-bit a neaktívny stav logickou jednotkou, ako vidíme na obr.2.2. Na úrovni logických signálov je teda spôsob prenosu znaku rovnaký ako u linky RS-232. Pojmom RS-485 je najčastejšie myslená práve "dvojvodičová" verzia RS-485. Prenos je polo-duplexný a preto sa vyžaduje riadenie prenosu dát (smer komunikácie). Pomocou dvojvodičovej linky RS-485 je možné vytvoriť komunikačnú zbernicu, na ktorú môžu byť pripojené zariadenia bez opakovača. Maximálny počet týchto zariadení je 32. Komunikačný protokol, ktorý však nie je súčasťou štandardu RS-485 zaisťuje, aby v jednej chvíli vysielalo maximálne jedno zariadenie. Najjednoduchšou variantou je konfigurácia s jedným trvalo pripojeným vysielateľom a až 31 prijímačmi. V obvyklej topológii sa zariadenia vo vysielaní striedajú [4] [7].

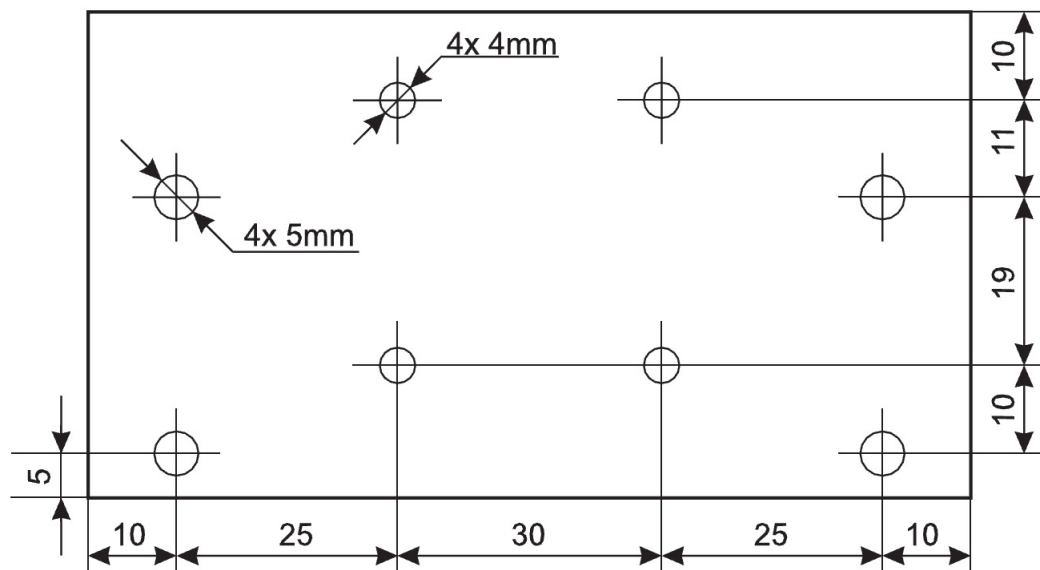


Obr. 2.2: Prenos prostredníctvom RS-485.

2.2 Mechanická konštrukcia

2.2.1 Polohovateľné osi

Celá kapitola mechanická konštrukcia je prevzatá z [9]. Z ponuky modulov polohovacích jednotiek boli ako najvhodnejšie vybrané lineárne polohovacie osi s ozubeným remeňom výrobcu Schneider Electric. Dvojica osí MAXS1BR pre vertikálny pohyb a os PAS41BR pre pohyb horizontálny. Tieto osi sa upevňujú pomocou závitových skrutiek a drážok, ktoré sa nachádzajú na spodnej a bočnej strane profilu. Rovnobežné osi MAXS1BR sú spojené pomocou spoločnej hriadele. Na ich jazdci je pomocou dvoch kusov navrhnutých spojovacích dielov obr.2.3 pripevnená os PAS41BR [6] a [9].

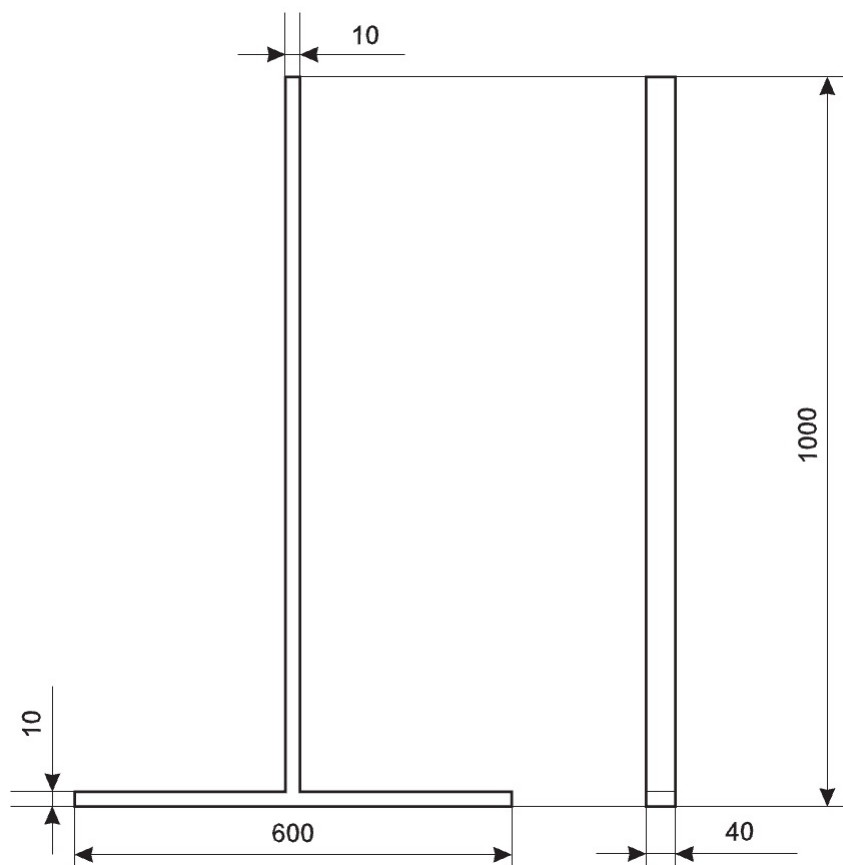


Obr. 2.3: Nákres spojovacieho dielu.

Spojovací diel je vyrobený z hladkého plechu, materiál hliníková zliatina, hrúbka 15mm podľa EN 485-3, výrobca Ferona, značka materiálu EN AW-6082 T6 podľa EN 573-3. Táto súčiastka, ktorej vonkajšie rozmery sú dĺžka 100 mm a šírka 55 mm je priskrutkovaná na oboch koncoch osi PAS41BR. To je urobené pomocou štyroch zapustených skrutiek M4, umiestnených zo spodnej strany osi, kde sú pre tento účel výrobcom pripravené závitové zodpovedajúceho priemeru. K dvojici spojených vertikálnych osí MAXS1BR je tento komplet pripevnený pomocou ôsmich (štyri vľavo, štyri vpravo) skrutiek M5 z vrchnej strany spojovacieho dielu.

2.2.2 Stojan

Základný materiál pre výrobu stojana je plochá oceľová tyč výrobcu Ferona, presné označenie 90MnCrV8 + A (1.2842) podľa EN ISO 4957. Tyč je valcovaná za tepla, odpovedá norme EN 10058, jej hmotnosť je 3,14 kg/m [1]. Navrhnutý stojan teda bude dostatočne stabilný a robustný. Rozmery stojanu: výška 1000 mm, dĺžka 300mm na každú stranu, všetko je prehľadne zobrazené na nákrese obr. 2.4. Pre pripevnenie osí na stojan sú využité drážky na zadnej časti hliníkových prelisu osi MAXS1BR, do ktorých je možné vložiť závitové uchytenie. Do týchto závitových úchytoch možno pomocou skrutiek pripevniť ľavý a pravý diel stojanu. Vďaka tomuto spôsobu uchytenia vzniká možnosť jednoduchej zmeny výšky celého polohovacieho systému, povolením skrutiek sa môžu závitové úchyty v drážkach pohybovať a môžeme tak presne nastaviť potrebnú výšku, prípadne kompenzovať nerovnosti podlahy.[9]

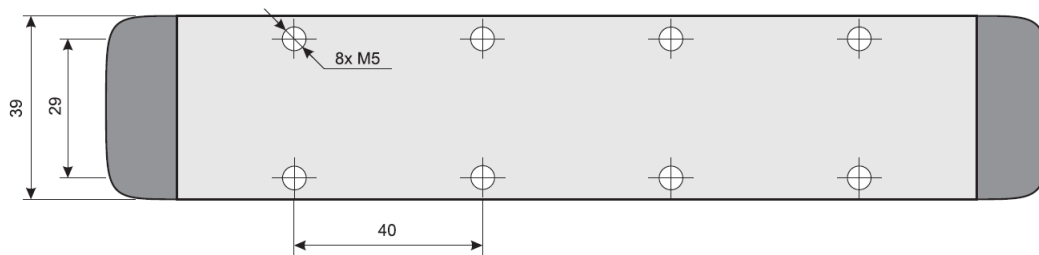


Obr. 2.4: Nákres stojanu.

2.2.3 Upevnenie meracieho mikrofónu

Na obr. 2.5 je zobrazený detail jazdca horizontálnej osi PAS41BR, na ktorý je potrebné umiestniť merací mikrofón.

Adaptér obsahuje dve $3/8''$ skrutky, štandardne používané pre uchytenie držiakov meracích mikrofónov. V prípade potreby je možné pridať ďalšie $3/8''$ skrutky a adaptér tak prispôbiť pre vytvorenie malého poľa meracích mikrofónov s možnosťou pohodlného a presného nastavenia ich vzdialeností. Spojenie mikrofónového adaptéra a jazdca je prevedené pomocou 50 mm dlhej závitovej tyče M5, ktorá je zaskrutkovaná do jedného z vnútorných závitov jazdca, adaptér je pripevnený pomocou podložiek medzi dve matky M5. Vzniká tak veľmi variabilný systém uchytenia, adaptér sa dá ľahko demontovať a môžeme ho jednoducho použiť i pre iný typ merania (prípadne snímanie zvuku), napríklad umiestnením na mikrofónový stojan [9].



Obr. 2.5: Jazdec polohovateľnej osi.

2.3 Elektronická konštrukcia

2.3.1 Blokové zapojenie

Celkové blokové zapojenie je na obr. 2.6. Ako vidíme na obrázku, počítač je spojený z vyrobeným zariadením prostredníctvom USB prevodníka. Tento prevodník pracuje tak, že vytvára virtuálny *COM port*. Tento port je potrebné presne nastaviť. Správne nastavenie je :

- Bytová rýchlosť : 9600
- Dátové bity : 7
- Parita : párna (EVEN)
- Stop bity : 1
- Riadenie toku : žiadne

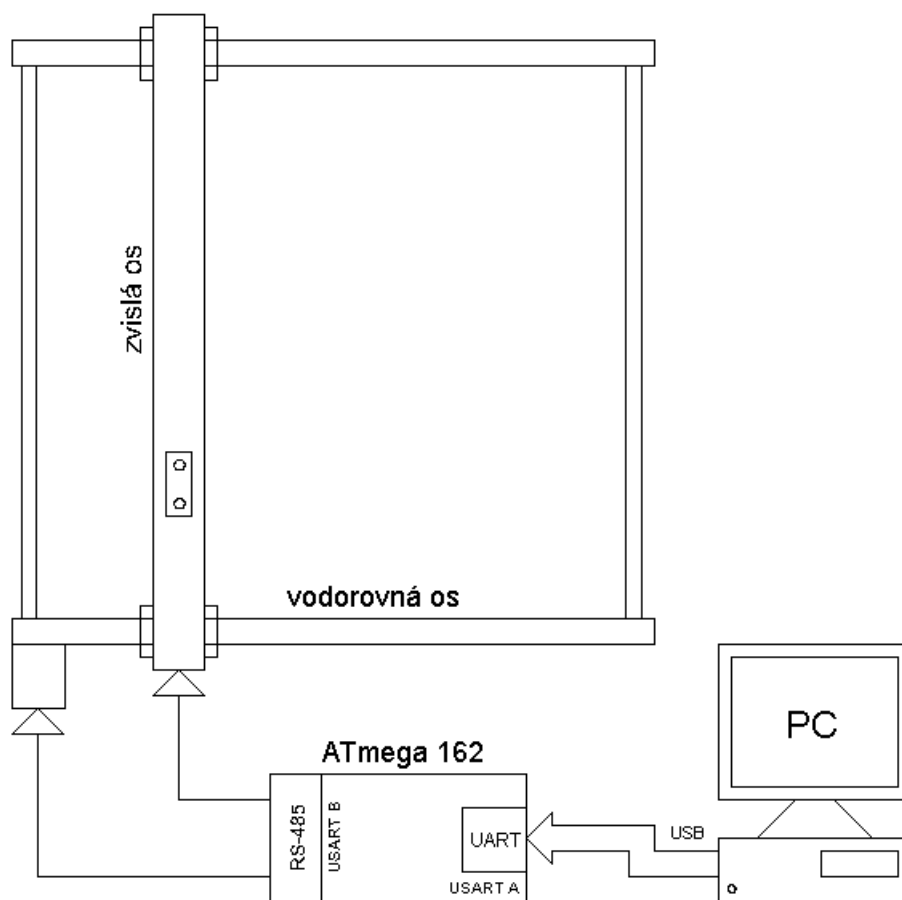
2.3.2 Obsluha zariadenia z osobného počítača

Na obsluhu zariadenia nie je potrebný žiadny externý program, stačí jednoduchý program, ktorý dokáže vysielat dáta v správnom tvare napr. program *HyperTerminal* alebo *Putty*. Na základe príkazu sa rozhoduje, ktorý režim bude zvolený. Ako bude vysvetlené v závere, druhý režim nie je možné uskutočniť, preto budem popisovať iba prvý režim a tým je posun bežca z intenzitnou sondou na vybranú pozíciu. Režim pracuje na základe vyslaných dát. Podnetom na vykonanie posunu je pre koľajnicu zaslanie príkazu v tvare :

GO : + - - - - : + - - - - :#.

Prvá zo súradníc je X-ová a druhá Y-ová. Na základe týchto dát je možné koľajnici zasielat dáta. Po tom ako bude vykonaný celý posun zariadenie odošle do terminálu *FINISH*. To znamená, že koľajnici je možné zasielat ďalšie príkazy na posun. Ako príklad uvádzam príkaz:

GO:-1015:+0328:#.



Obr. 2.6: Bloková schéma.

Výsledkom tohoto príkazu je pohyb koľajnice na pozíciu $X = -1015\text{ mm}$ a $Y = 328\text{ mm}$.

2.3.3 Mikrokontrolér ATMEGA

Atmega 162 je 8 bitový jedno čipový mikropočítač [2] [3]. Pracujúci na frekvencii 16 MHz (16 MIPS), má 131 inštrukcií jeho prednosťami sú:

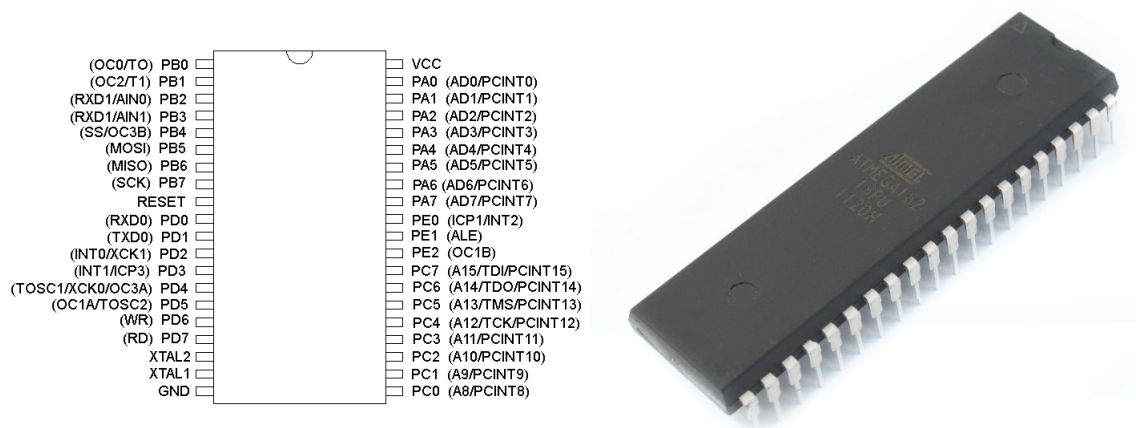
- 2x násobička,
- 16 Kbyt flash pamäť,
- 512 Byt pamäť EEPROM,
- JTAG programovanie,
- 2x 8 bit čítač / časovač,
- 2x 16 bit čítač / časovač,
- 6x PWM výstupov,
- 2x rozhranie USART,

- púzdro 40 pin PDIP,
- napájacie napätie 2,7–5,5 V.

Tento procesor som vybral pre moju konštrukciu, pretože ako jediný má dva výstupy UART, prostredníctvom ktorých komunikuje z počítačom a následne prevodníkom na MAX481. Vyrába sa v rôznych vyhotoveniach, ale pre moje použitie som zvolil púzdro DIP zobrazené na obr. 2.7 [11] [12]. K mikrokontroléru je pripojený oscilačný kryštál taktovaný na 16 MHz. Aby sme mohli používať rozhranie UART na mikrokontroléry musíme správne inicializovať isté registre; vysvetlené sú v prílohe [E.1],[E.2],[E.3]. Použité nadstavenie týchto registrov:

- URSEL = 1,
- USBS = 0,
- UCSZ2 = 0,
- UCSZ1 = 1,
- UCSZ0 = 0,
- UPM1 = 1,
- UPM0 = 0,
- UMSEL = 0.

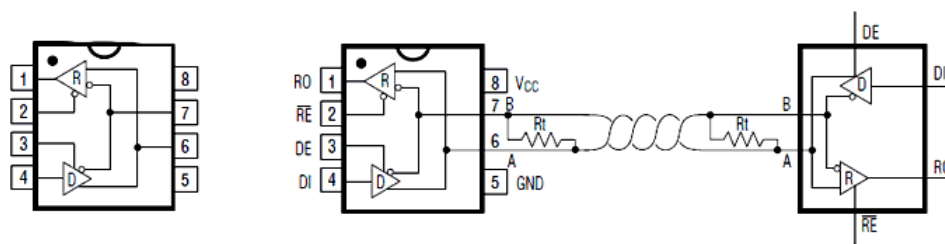
Tým sa mikrokontrolér nastavil podľa parametrov uvedených v kapitole Blokové zapojenie.



Obr. 2.7: Atmega 162 + púzdro DIP40.

2.3.4 Prevodník MAX-481

Tento typ prevodníka je použitý kvôli parametrom a na náš účel úplne postačuje. Obvod MAX-481 je nízko-výkonový zosilňovač pre komunikáciu cez RS-485 a RS422. Obvod obsahuje ako prijímaciu, tak aj vysielačiu časť. MAX 481 je z rady, ktorá neobmedzuje prenosovú rýchlosť a preto jeho maximálna prenosová rýchlosť je do 2,5 Mbps. Jeho napájanie je 5 V, čo je pre nás výhodné z dôvodu že celé zariadenie je napájané týmto napätím. Spotreba pri vysielaní je od $120\ \mu\text{A}$ do $500\ \mu\text{A}$. Obsahuje aj režim prerušovania práce, pri ktorej má veľmi nízku spotrebu prúdu. Obvod obsahuje aj zkratovú prúdovú poistku, ktorá chráni obvod proti zničeniu, preruší svoju činnosť a prepne výstupy do stavu vysokej impedancie [4].



Obr. 2.8: MAX 481.

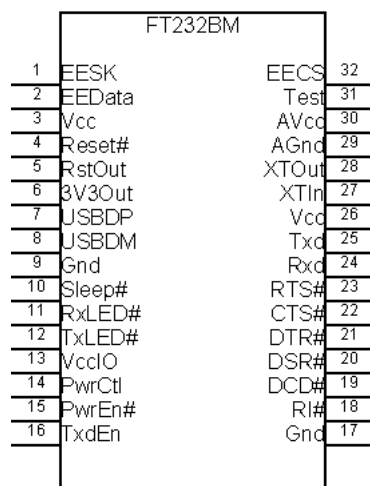
2.3.5 Prevodník FT 232

FT232R je prevodník USB–UART disponujúci prenosovou rýchlosťou 300 Bd až 3 MBd. Integrovaný obvod obsahuje tiež internú vyrovnávaciu pamäť o veľkosti 384 B (PC ffl zariadenie) a 128 B (zariadenie ffl PC). Komunikácia pomocou RS-232 je pomocou troch hlavných vodičov RXD (prijem), TXD (vysielanie) a spoločnou zemou GND. FT232BM zpracúva aj ďalšie signály pre plné hardwarové riadenie (**RTS**, **CTS**, **DTS**, **DTR**, **DSR**, **DCD**). Obvod môže pracovať ako s 5 V, tak i 3,3 V logikou. Napájacie napätie je 4,35–5,25 V a je možné ho napájať priamo z USB. Na trhu sú od firmy FTDI varianty FT232BM, FT232BL a FT232BQ, ktoré sa líšia iba typom púzdra.

Výhody použitej varianty:

- integrované hodiny (6, 12, 24 a 48 MHz), ktoré môžu byť externe vyvedené,
- integrovaná 1024 B interná pamäť typu EEPROM,
- možnosť pripojenia 5 V; 3,3 V; 2,8 V; 1,8 V logiku,
- integrované USB rezistory,
- napájacie napätie 3,3–5,25 V.

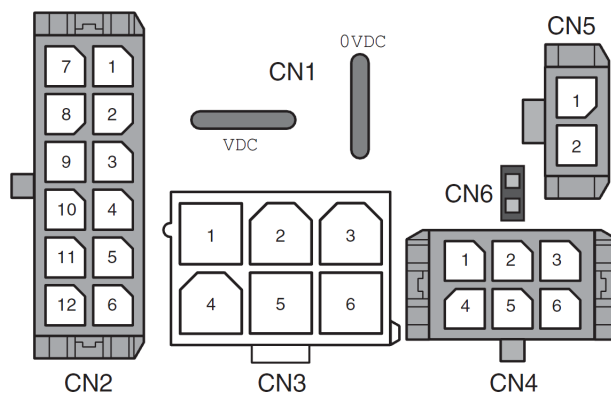
Zapojenie jednotlivých vývodov je na obr. 2.9 a bližší popis v tab. 2.2.



Obr. 2.9: FT 232.

2.3.6 Pohon

Výrobca Berger Lahr dodáva trojfázové krokové motory z označením ILS1R573PB1A0, pre pohon po použitých osách. Náhľad konektorov je na obr. 2.10. Na napájanie motora slúžia konektory CN1, kde VDC je kladný vodič a 0VDC je zem. Povolený rozsah napájania je 18 V - 40 V pri prúdovom odbere okolo 2,5 A.



Obr. 2.10: Konektory motoru ILS1R573.

Motor obsahuje vo svojej konštrukcii všetku riadiacu aj výkonovú elektroniku. Konektor CN2 slúži na pripojenie zbernice CAN. Konektor CN3 slúži na riadenie motora prostredníctvom rozhrania RS-485, ktorý pre naše účely využijeme. Zapojenie konektoru CN3 je v tab. 2.3.

Tab. 2.2: Popis pinov FT 232

Názov	Pin	Popis
CVV	20	Napájanie obvodu 3,3 V – 5,25 V
VCCIO	4	Napájanie pre USART a CBUS 1,8 – 5,25V
GND	7, 8, 21	Zem
AGND	25	Analógová zem – pre interný oscilátor
3V3OUT	17	Výstup z interného stabilizátora
RESET#	19	Pin pre reset, nemusí sa využiť
TEST	26	Pre pripojenie I.C testovacieho módu
OSCI, OSC0	27, 28	Pre pripojenie externého 12MHz kryštálu
USBDP, USBDM	15, 16	Dáta do USB rozhrania (P-plus, M-mínus)
TXD, RXD	1, 5	Vysielanie (TXD) a prijímanie (RXD)
DTR#, RTS#	2, 3	Výstupní signály pre RS232
RI#, DSR#, DCD#, CTS#	6, 9, 10, 11	Vstupné signály pre RS232
CBUS[0..4]	23,22,13,14,12	Port SBUS, plní viac funkcií

Tab. 2.3: Popis konektoru CN3

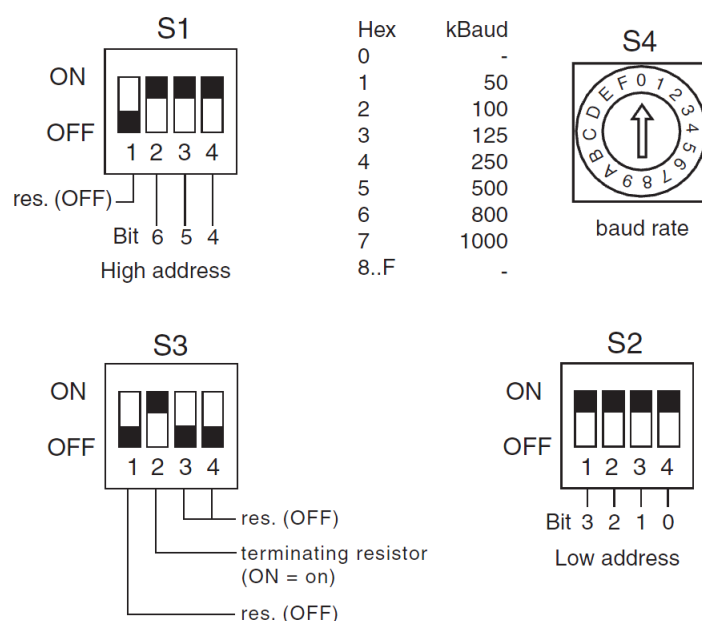
Pin	Signál	Popis
2	RS485 +	signál kladný
5	RS485 –	signál záporný
4	RS485-zem	pripojený na CN1 – 0VDC

Konektor CN4 je určený na pripojenie štyroch programovateľných snímačov IO0...IO3. Posuvné osi obsahujú dva koncové snímače polohy, ktoré využívajú dva z celkových štyroch kontaktov. Presný popis je uvedený v tab. 2.4.

Nastavenie adresy je potrebné preto, že používame zbernicu RS-485, na ktorej môže byť zapojených až 32 komponentov. Preto je potrebné zariadenia rozlíšiť podľa adresy. Tá sa dá nastaviť na každom motore samostatne, vzhľad týchto spínačov je na obr. 2.11. Posuvné spínače S1 a S2 slúžia na nastavenie adresy. Pomocou spínača S3 sa dá pripojiť ukončovací rezistor v prípade, že je zariadenie na konci alebo začiatku zbernice. Otočný spínač S4 určuje prenosovú rýchlosť zbernice.

Tab. 2.4: Popis konektora CN4

Pin	Signál	Popis
1	+24 VDC-OUT	+24 V napájanie snímačov
2	IO2	pripojený koncový snímač
3	IO3	pripojený koncový snímač
4	0VDC	pripojený na CN1 – 0VDC
5	IO0	nevyužitý
6	IO4	nevyužitý



Obr. 2.11: Spínače na nastavenie parametrov motora.

2.4 Zapojenia

Celkové zapojenie zariadenia je v prílohe obr. A.1, k nej je pripojený prevodník USB na UART obr. A.2. Prostredníctvom USB konektora sa pripája zariadenie do osobného počítača. Nainštaluje sa ovládač FT232 a v počítači sa vytvorí virtuálny COM port, cez ktorý je možné posilať príkazy do zariadenia. Následne sa príkazy prenášajú do mikrokontroléra ATMEGA 162, kde sa spracujú na dáta, ktoré vyžadujú polohovateľné osi. Následne UART B výsledné príkazy posila do prevodníka MAX 481, ktorý ich premieňa do protokolu RS-485. K prevodníku je zapojený časovač NE555, ktorý slúži na inicializáciu vysielania. Vo chvíli, keď vysielá MAX 481 ako

master vysielač, je zablokovaný jeho prijímací vstup, pretože naraz nedokáže posielat aj prijímať dáta. Konektor X4 slúži na napájanie celého obvodu, za ním nasleduje dióda proti prepólovaniu napätia, následne je zapojený stabilizátor kladného napätia +5 V (7805), dióda Led1 indikuje pripojenie vstupného napätia. Z neho je napájané celé zariadenie. Konektor SV1 slúži na naprogramovanie mikrokontroléra. Do konektorov X1 a X2 sa pripájajú káble k osiam. Osadený prípravok je zobrazený v prílohe na obr. C.1 a prevodník na obr. C.2. Na obr. B.1 a obr. B.2 je strana spojov prevodníka a zariadenia. V prílohe D je zoznam použitých súčiastok.

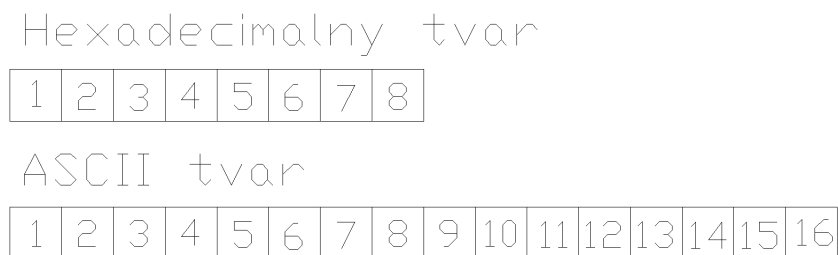
2.5 Komunikačný protokol

Na linke RS-485 musí byť presne udané adresovanie, ako som uviedol v predchádzajúcej kapitole. Adresovanie pri komunikácii z motormi je:

< # 21 > < CR >

Týchto zariadení môže byť na linke až 32. Obslužný program má možnosť vyhľadávať na linke tieto zariadenia. Prechádza rad radom indexi od 1 do 31. Ak je koľajnica správne pripojená odpovedá na túto výzvu pri hľadaní rovnakou štruktúrou aká ju vyhľadávala.

Tvar dát, ktoré prijímajú a vysielaajú koľajnice je na obr. 2.12. Naznačený je tvar aj v Hexadecimálnom tvare, kde jedno políčko je zastúpené dvoma znakmi, v ASCII tvare je vidieť plných 16 bytov. V tab. 2.5 je popísaný bližší význam jednotlivých bytov.



Obr. 2.12: Tvar dát ktorý koľajnice používajú.

Tab. 2.5: Popis dátovej štruktúry

Poradie Bytu		
HEX	ASCII	Popis
1	1 - 2	Request data - riadiace informácie pre motor
2	3 - 4	Subindex - typ príkazu
3 - 4	5 - 8	Index - druh príkazu
5 - 8	9 - 16	Dáta - informácie ktoré potrebujú príkazy

Request data slúžia:

- potvrdzovanie príkazu
- synchronizácia
- určenie či sa zapisuje alebo číta

Index a subindex sa používa pre definovanie príkazu, ktorý chceme aby motor vykonal. Uvediem príklad z dokumentácie *PTP.v-tarPTP*, 35:5. Číslo 35 je Index a 5 je Subindex, tento zápis je ale v decimálnom tvare, preto je potrebné tieto čísla prevádzať do hexadecimálneho tvaru. Tam je ich zápis takýto: Index 23_h a Subindex 05_h . Tento príkaz znamená, aby sa koľajnica posunula o istý počet krokov, ktoré sú udávané v poli dáta. Napríklad, aby sa posunula o 1000Inc je potrebné toto číslo previesť tak tiež do hexa tvaru v ktorom má zápis takýto $03E8_h$. Inc je jednotka kroku motora ktorá sa odvádza od dĺžky koľajnice a od presnosti posuvného systému. Previesť jednotku *Inc* na centimetre nie je problém, pretože koľajnica má udanú dĺžku a presnosť a na základe toho som vypočítal, že $10\text{mm} [1\text{cm}] = 2500\text{Inc}$. Na obr. 2.13 je ukážka komunikácie, ktorú som odchytil počas obsluhy motora. Požiadavka a odpoveď sa striedajú. Na každú požiadavku, ktorú odosiela počítač alebo iné zariadenie motor odpovedá adekvátnou odpoveďou. Niektoré požiadavky odpoveď neposielaajú, väčšinou to sú nastavovacie a servisné príkazy, tie sa iba vykonajú bez odpovede.

V prvom riadku je vidieť ako počítač oslovil motor. Ten adekvátne odpovedal svojou aktuálne nadstavenou adresou. V tejto chvíli čaká na nasledujúce príkazy. Požiadavkou *Status.drive.Stat* si overuje či je motor pripravený k spusteniu. Dáta 46006_h znamenajú že motor je v poriadku má dostatočné napájanie a je pripravený k spusteniu. Príkaz *Status.StopFault* slúži na overenie či motor nehlási nejaké chybové hlásenie, v dátach je umiestnené číslo chyby ak nejaká nastala. Dáta odpovede sú samé nuly preto je všetko v poriadku. Príkaz *Commands.driveCtrl* je spúšťač a vypínací príkaz, týmto je možné prepnúť motor do stavu kedy môže vykonávať posuny. Tento príkaz má viacero využití tie sú popísané v tab.2.6. Ak je príkaz akceptovaný je poslaný naspäť z nezmenenými dátami. Príkaz *PTP.p-relPTP* je požiadavka na vykonanie pohybu znamená že koľajnica sa pohne o 1000 Inc od aktuálnej polohy. Odpoveďou je len zaslanie výsledku o pohybe z dátami na ktorú pozíciu sa koľajnica posunula. Príkazom *Status.UDC-act* sa zisťuje aké napájacie napätie je na motore. V odpovedi na tento dotaz je číslo 137_h ktoré po premene z hexadecimálneho tvaru znamená 311, toto číslo sa podelí 0,1 a dostaneme výsledné napätie $31,1\text{ V}$. Príkazom *Status.TPA-act* sa zisťuje aktuálna teplota na motore. Odpoveď sa musí previesť rovnako ako pri napájacom napätí, ale výsledok sa už nemusí deliť. Ako vidíme v príklade $27_h = 27^\circ\text{C}$. Ďalším príkazom sa zisťujú aktuálne otáčky motora. V ukážke motor už stojí, preto sú otáčky nulové. Príkaz *Status.p-act* je požiadavka na aktuálne umiestnenie bežca koľajnice. V príklade sme vykonávali posun o $+1000\text{ Inc}$, preto aktuálna poloha je 1000 Inc . Posledný z príkazov vypne napájací režim motora.

Tab. 2.6: Dátová štruktúra príkazu *Commands.driveCtrl*

Bit						
4	3	2	1	0	HEX	Popis
0	0	0	0	1	0001	Vypnutie napájacieho režimu
0	0	0	1	0	0002	Zapnutie napájacieho režimu
0	0	1	0	0	0004	Rýchle zastavenie
0	1	0	0	0	0008	Reset
1	0	0	0	0	0010	Rýchle uvoľnenie

1.	#03	Adresse	
2.	#03		
3.	0202001C00000000	Status.drive.Stat	1C:02
4.	0A02001C00046006		
5.	0207002000000000	Status.StopFault	20:07
6.	0A07002000000000		
7.	0901001C00000002	Commands.driveCtrl	1C:01
8.	0101001C00000002		
9.	09030023000003E8	PTP.p_relPTP	23:03
10.	01030023000003E8		
11.	0214001F00000000	Status.UDC_act	1F:14
12.	0A14001F00000137		
13.	0219001F00000000	Status.TPA_act	1F:19
14.	0A19001F00000027		
15.	0209001F00000000	Status.n_act	1F:09
16.	0A09001F00000000		
17.	0206001F00000000	Status.p_act	1F:06
18.	0A06001F000003E8		
19.	0901001C00000001	Commands.driveCtrl	1C:01
20.	0101001C00000001		

Obr. 2.13: Príklad príkazov.

3 ZÁVER

Navrhnutá práca popisuje diaľkové ovládanie polohovateľných osí prostredníctvom počítača. Na osiach bude umiestnená meracia sonda, ktorá bude vykonávať akustické meranie. Ako správne riešenie polohovateľných osí boli zvolené osi od výrobcu Berger Lahr typu PAS41BR a MAXS1BR. Tieto osi boli zvolené kvôli presnosti a hlučnosti, ktorú vydávajú, aby nebolo ovplyvnené meranie. Tieto osi už majú v sebe implantované krokové motory, ktoré obsluhujú posun. V nich je implementovaná výkonová riadiaca elektronika, ktorá za nás rieši budenie jednotlivých vinutí motora. Obsahuje aj elektroniku, ktorá komunikuje cez rozhranie RS-485.

Toto rozhranie osobné počítače neobsahujú, preto moja konštrukcia rieši tento problém prostredníctvom dvoch prevodníkov. Prvý prevádza z USB do USART, tieto dáta prijíma mikrokontrolér Atmega 162. Následne spracúva prijaté dáta podľa zvoleného režimu. Moduluje prijaté dáta ďalej a posiela ich v tvare, ktorý premieňa integrovaný prevodník MAX 481 do protokolu RS-485, ten je privádzaný cez dvojičkové vedenie do osového počítača.

Zadaním bolo, aby mikrokontrolér obsahoval dva možné režimy posúvania. Meraním som zistil, že režim posúvania po spojitvej línii nie je možný, obmedzuje ho možnosť komunikovať z motormi. Jednotlivé príkazy nie je možné presne definovať danému motoru. Výber ktorý motor prijíma, počúva na oslovenie ktoré je popísané v kapitole o komunikačnom protokole. Následne po oslovení motora je pripravený prijímať dáta. Jediným spôsobom, ako je možné zakázať toto prijímanie je vypnutie napájacieho režimu a tento okamžite zastaví motor v pozícii akej sa nachádza. Preto je potrebná čakacia doba do kedy motor neodpovie správou o tom, že pohyb bol vykonaný. V tej chvíli je možné vypnúť napájací režim a následne osloviť druhý motor, ktorý zase rovnako očakáva dáta na posun, keď svoj posun dokončí odpovie že posun bol dokončený. A z tohoto dôvodu je nemožné vytvoriť jedno zariadenie, ktoré by obsluhovalo oba motory na raz. Druhý zo zvolených režimov by bol možný uskutočniť iba v prípade dvoch nezávislých zariadení, ktoré by navzájom komunikovali a jeden z mikrokontrolérov by obsluhoval vodorovnú os a druhý mikrokontroler zvislú os.

ATmega 162 obsahuje režim posunu podľa prijatých dát. V kapitole o obsluhu zariadenia s osobným počítačom je presne popísaný spôsob komunikácie.

Po navrhnutí celého systému som preniesol návrh do programu na návrh plošných spojov, vytvoril som dva plošné spoje, aby som nemusel kombinovať SMD súčiastky a normálne súčiastky v DIP púzdrach. Na samostatnom plošnom spoji je prevodník z USB do UART. Na druhom spoji je navrhnutý mikrokontrolér z prevodníkom do RS-485. Zariadenie je navrhnuté tak, aby po finálnom odskúšaní mohlo byť zavedené do praxe.

LITERATÚRA

- [1] *Ferona.cz* [online]. 2011 [cit. 30.11.2011]. Špecifikácia výrobkov. Dostupná z URL: <<http://www.ferona.cz/cze/katalog/detail.php?id=25387>>.
- [2] MATOUŠEK, D. *Práce s mikrokontroléry Atmel AVR. BEN.* - Technická literatura, Praha 2006. ISBN 80-7300-209-4.
- [3] MATOUŠEK, D. *Práce s mikrokontroléry Atmel AVR - ATmega 16. BEN.* - Technická literatura, Praha 2006. ISBN 80-7300-174-8.
- [4] *MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX491/MAX1487* [online] Low - Power, Slew - Rate - Limited RS - 485 / RS - 422 Transceivers .USA: Maxim Integrated Products, 2003 [cit. 30.11.2011]. Dostupné z URL: <Datasheed obvodu MAX 481>.
- [5] MERHAUT, J. *Teoretické základy elektroakustiky.* prepracoval a doplnil, vyd. Praha : Academia, 1976. 325 s.
- [6] *Presné polohovací systémy a robotika* [online]. Berger Lahr positec. [cit. 30.11.2011]. Dostupné z URL: <Regulacni pohony>.
- [7] *RS 485 a RS 422* [online], poslední aktualizace 15.12.1998 [cit. 20.5.2012]. Dostupné z URL: <<http://www.hw.cz/teorie-a-praxe/dokumentace/rs-485-422.html>>.
- [8] SCHIMMEL, Jiří. *Měření akustického výkonu a intenzity zvuku.* - Výukový material, Brno 20011. [cit. 20.5.2012].
- [9] SEDLÁR, P. *Polohovací zařízení pro intenzitní sondu.* - Bakalářská práce, Brno 2010. [cit. 30.11.2011].
- [10] SMETANA, Ctirad. *HLUK A VIBRACE měření a hodnocení.* - Sdělovací technika, Praha 1998. ISBM 80-901936-2-5.
- [11] ŠUBRT, Vladimír. *Mikrokontroléry ATMEL AVR - vývoj aplikací.* - Technická literatura, Praha 2002. ISBN 80-7300-055-5.
- [12] VÁŇA, Vladimír. *Mikrokontroléry ATMEL AVR programování v jazyce C.* - Technická literatura, Praha 2003. ISBN 80-7300-102-0.

ZOZNAM SYMBOLOV, VELIČÍN A SKRATIEK

OVDC Napájacie napätie záporné - supply voltage negative

ASCII Americký štandardný kód pre výmenu informácií - american standard code for information interchange

CAN Zbernica využívajúca sieť - Controller-area network

cm Centimeter

COM Komunikačné rozhranie osobného počítača - communication serial port

DIP vyhotovenie súčiastok na jednej dosťičke - dual in-line package

EEPROM Elektricky mazateľná pamäť - electronically-eraseable programmable read-only memory

Inc Krok - increments

mm Milimeter

RXD Prijaté dáta - Received eXchange Data

TXD Vysielane dáta - Transmit eXchange Data

USART Synchronný / asynchrónny sériové rozhranie - Universal Synchronous / Asynchronous Receiver and Transmitter

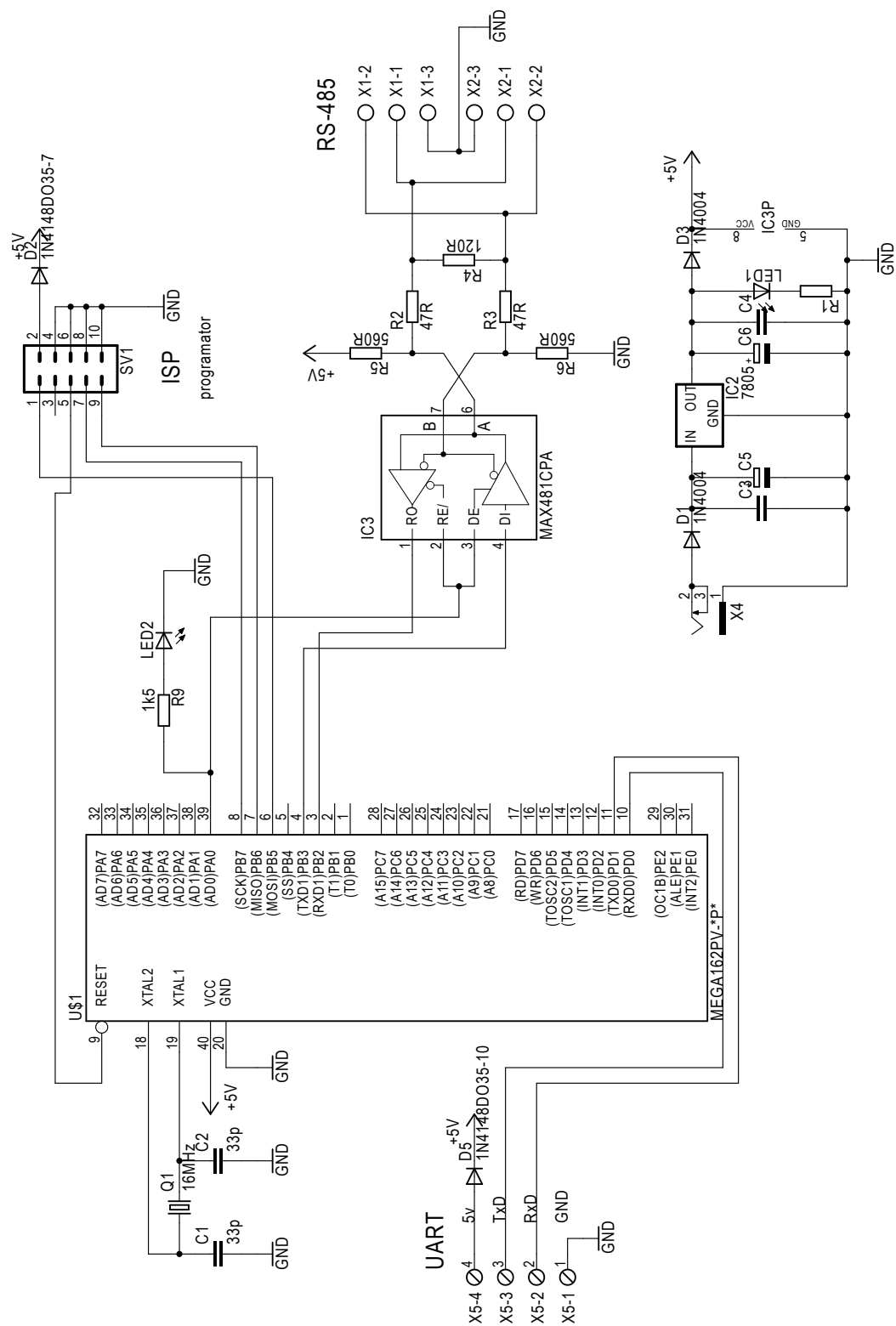
USB Univerzálna sériová zbernica - universal Serial Bus

VDC Napájacie napätie kladné - supply voltage positive

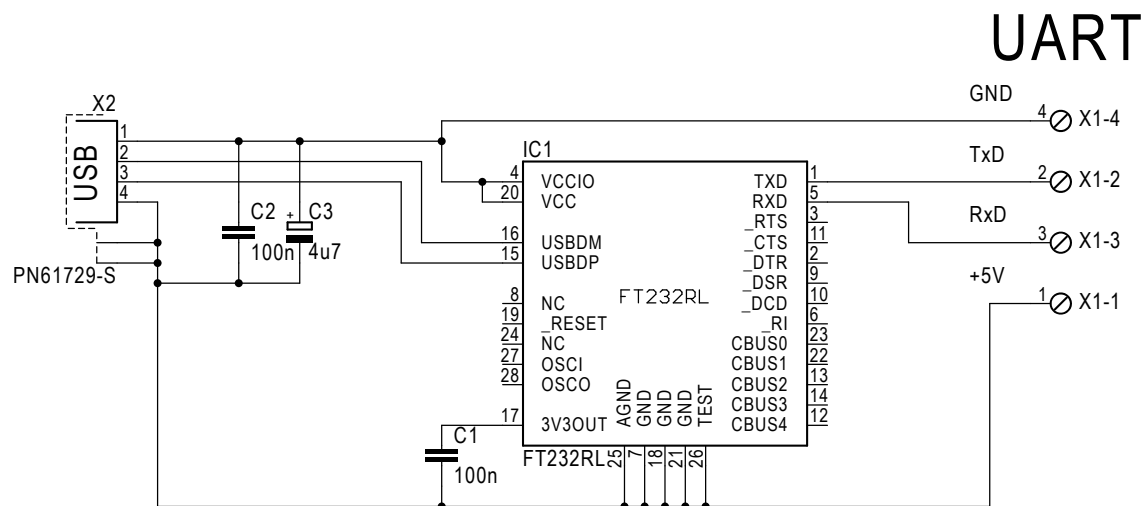
ZOZNAM PRÍLOH

A Schéma zariadenia	39
B Navrhnuté plošné spoje	41
C Osadzovací plán plošných spojov	42
D Zoznam použitých súčiastok	43
E Registre prenosu UART	44

A SCHÉMA ZARIADENIA

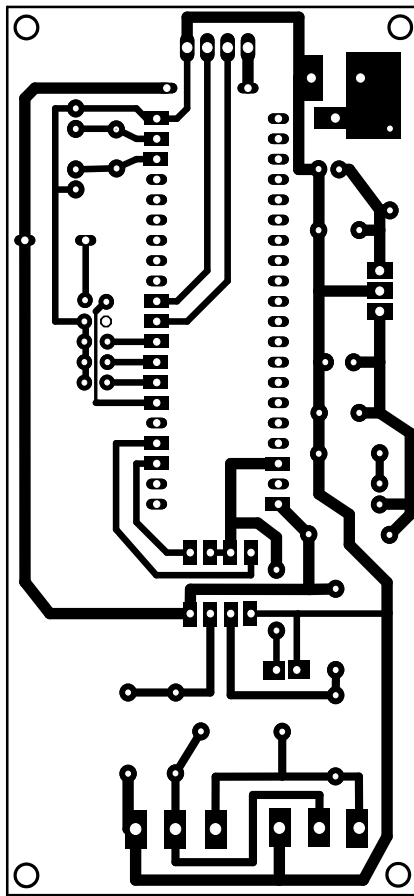


Obr. A.1: Schéma zapojanie.

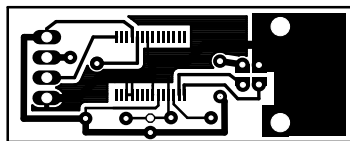


Obr. A.2: Prevodník USB na UART.

B NAVRHNUTÉ PLOŠNÉ SPOJE

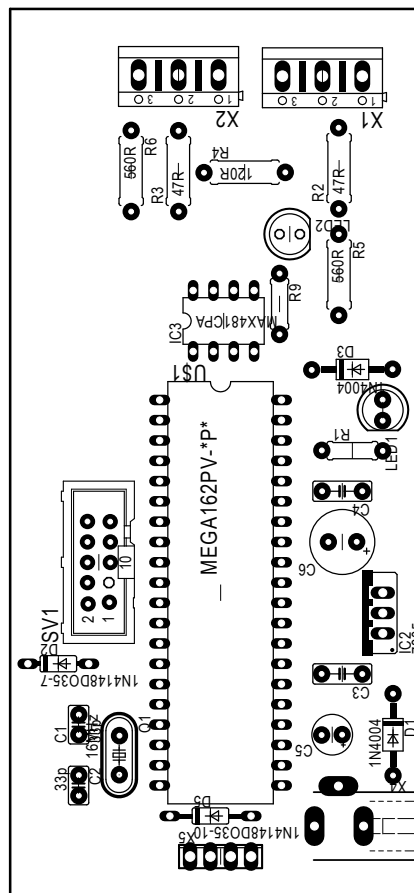


Obr. B.1: Plošný spoj zariadenie.

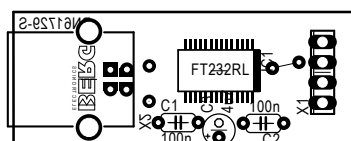


Obr. B.2: Plošný spoj prevodník.

C OSADZOVACÍ PLÁN PLOŠNÝCH SPOJOV



Obr. C.1: Osadené zariadenie.



Obr. C.2: Osadený prevodník.

D ZOZNAM POUŽITÝCH SÚČIASTOK

Partlist

EAGLE Version 5.6.0 Copyright (c) 1988-2009 CadSoft

Part	Value	Device	Package	Library	Sheet
C1	33p	C-EU025-025X050	C025-025X050	rcl	1
C2	33p	C-EU025-025X050	C025-025X050	rcl	1
C3		C-EU050-025X075	C050-025X075	rcl	1
C4		C-EU050-025X075	C050-025X075	rcl	1
C5		CPOL-EUE2.5-5	E2,5-5	rcl	1
C6		CPOL-EUE3.5-8	E3,5-8	rcl	1
C7	100n	C-EU050-025X075	C050-025X075	rcl	1
C8	0,01u	CPOL-EUE1.8-4	E1,8-4	rcl	1
C9	0,01u	CPOL-EUE1.8-4	E1,8-4	rcl	1
D1	1N4004	1N4004	DO41-10	diode	1
D2	1N4148DO35	1N4148DO35-7	DO35-7	diode	1
D3	1N4004	1N4004	DO41-10	diode	1
D4	1N4148DO35	1N4148DO35-7	DO35-7	diode	1
D5	1N4148DO35	1N4148DO35-10	DO35-10	diode	1
IC1	LM555N	LM555N	DIL08	linear	1
IC2	7805	78XXS	78XXS	v-reg	1
IC3	MAX481CPA	MAX481CPA	DIL08	redpic	1
LED1		LED5MM	LED5MM	led	1
Q1	16MHz	CRYSTALHC49S	HC49/S	crystal	1
R1		R-EU_0207/7	0207/7	rcl	1
R2	47R	R-EU_0309/10	0309/10	rcl	1
R3	47R	R-EU_0309/10	0309/10	rcl	1
R4	120R	R-EU_0309/10	0309/10	rcl	1
R5	560R	R-EU_0309/10	0309/10	rcl	1
R6	560R	R-EU_0309/10	0309/10	rcl	1
R7	10k	R-EU_0207/7	0207/7	rcl	1
R8	3k9	R-EU_0207/7	0207/7	rcl	1
SV1		ML10	ML10	con-ml	1
U\$1	MEGA162PV	MEGA162PV	DIL40	avr-7	1
X1		AK500/3	AK500/3	con-ptr500	1
X2		AK500/3	AK500/3	con-ptr500	1
X4		733980-62	733980-62	con-conrad	1
X5		MPT4	4POL254	con-phoenix	1

Prevodník

C1	100n	C-EU050-024X044	C050-024X044	rcl	1
C2	100n	C-EU050-024X044	C050-024X044	rcl	1
C3	4u7	CPOL-EUE1.8-4	E1,8-4	rcl	1
IC1	FT232RL	FT232RL	SSOP-28	ftdi4	1
X1		MPT4	4POL254	con-phoenix-254	1
X2	PN61729-S	PN61729-S	PN61729-S	con-berg	1

E REGISTRE PRENOSU UART

Tab. E.1: Register UCSRA

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	RXC	TXC	URE	FE	DOR	UPE	U2X	MPCM
Read / Write	R	R/W	R	R	R	R	R/W	R/W
Initial value	0	0	1	0	0	0	0	0

- RXC - príjem kompletne
- TXC - odosielanie kompletne
- URE - dáta register prázdný
- FE - chyba posielania
- DOR - dáta pretečené
- UPE - chyba parity
- U2X - použitie synchronného prenosu
- MPCM - komunikačný mód

Tab. E.2: Register UCSRB

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	RXCIE	TXCIE	UDRIE	RXEN	TXEN	UCSZ2	RXB8	TXB8
Read / Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial value	0	0	0	0	0	0	0	0

- RXCIE - prerušenie povoliť
- TXCIE - prerušenie povoliť
- UDRIE -
- RXEN - príjem dát povolené
- TXEN - odosielanie dát povolené
- UCSZ2 - veľkosť
- RXB8 - prijaté dáta 8 bit
- TXB8 - odoslané dáta 8 bit
- URSET - výber registra
- UMSET - mód komunikácie
- UPM1 - paritný mód
- UPM0 - paritný mód

Tab. E.3: Register UCSRC

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	URSET	UMSET	UPM1	UPM0	USBS	UCSZ1	UCSZ0	UCPOL
Read / Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Initial value	1	0	0	0	0	1	1	0

- USBS - vyber stop bitu
- UCSZ1 - veľkosť dát
- UCSZ0 - veľkosť dát
- UCPOL - hodinová polarita